

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-238701

(43)Date of publication of application : 31.08.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/28
H01L 21/3065
H01L 21/3205

(21)Application number : 10-057473

(71)Applicant : FOI:KK

(22)Date of filing : 23.02.1998

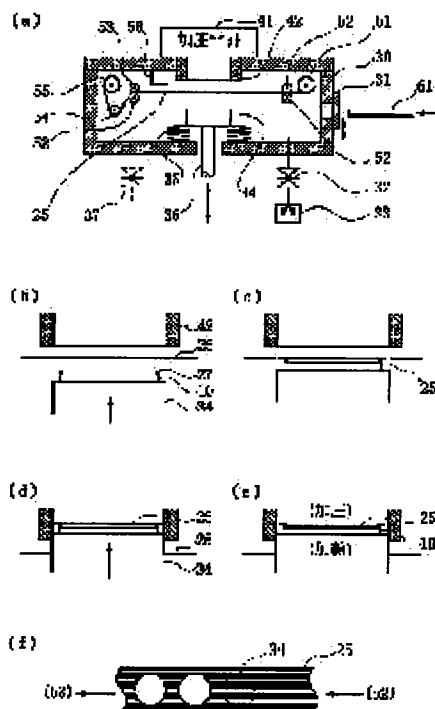
(72)Inventor : OKUMURA YUTAKA

(54) APPARATUS FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a conduction layer without using wet plating.

SOLUTION: A vacuum chamber 30 has a means 41 for producing high pressure atmosphere, a means 36 for changing a distance between a semiconductor substrate 10 and a conductive thin film 25, means 34, 36 for making a distance between the semiconductor substrate 10 and high pressure atmosphere 41 variable, and a means 51 for supplying the conductive thin film 25, where these means 34, 36, and 51 are provided in the vacuum chamber 30. This enables overlay of the conductive film 25 on the surface of the semiconductor substrate 10 in a vacuum atmosphere and subjecting them to expose to the high pressure atmosphere with them overlapped to each other.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.01.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特開平11-238701

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月31日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 1 L 21/28
21/3065
21/3205

識別記号
3 0 1

F I
H 0 1 L 21/28 3 0 1 Z
21/302 M
21/88 M

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-57473

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月23日

(71) 出願人 596064444

株式会社エフオーアイ

川崎市高津区坂戸 3-2-1 かながわサイ
エンスパーク

(72) 発明者 奥村 裕

川崎市高津区坂戸 3-2-1 かながわサイ
エンスパーク 株式会社エフオーアイ内

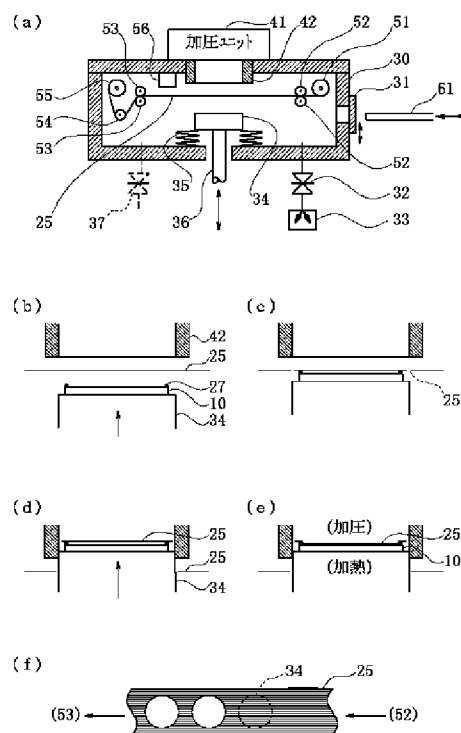
(74) 代理人 弁理士 佐藤 香

(54) 【発明の名称】 半導体製造装置

(57) 【要約】

【課題】 ウェットメッキによらないで導電体層を形成する。

【解決手段】 真空チャンバ 30 に高圧雰囲気を生成する手段 41 が付設され、真空チャンバ 30 内で半導体基板 10 と導電性薄膜 25 との距離を可変する手段および半導体基板 10 と高圧雰囲気 41 との距離を可変する手段 34, 36 に加えて、導電性薄膜 25 を供給する手段 51 も真空チャンバ 30 内に設けられる。これにより、半導体基板の表面上に導電性薄膜を真空雰囲気中で重ねる工程と、これらを重ねたまま高圧雰囲気に曝す工程とが実行可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高圧雰囲気を生成する手段が真空チャンバに付設されていることを特徴とする半導体製造装置。

【請求項 2】 前記真空チャンバ内で半導体基板を保持する手段と、前記真空チャンバ内で導電性薄膜を保持する手段と、前記半導体基板と前記導電性薄膜との距離を可変する手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 記載の半導体製造装置。

【請求項 3】 前記半導体基板と前記高圧雰囲気との距離を可変する手段を備えたことを特徴とする請求項 2 記載の半導体製造装置。

【請求項 4】 前記導電性薄膜を供給する手段が前記真空チャンバ内に設けられていることを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 に記載された半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、半導体基板の表面層に能動素子等の形成された半導体装置を製造する半導体製造装置に関し、詳しくは、その能動素子や他の接続端子等に亘る金属配線などの導電体層を半導体基板の表面に形成するのに好適な半導体製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、LSI 等（半導体装置）の製造工程において半導体基板の表面上に金属配線層を形成するに際し、金属配線層の下になるところに溝を形成しておいてその溝内に金属を埋め込む工程が知られている。図 5 は、半導体基板の一主表面すなわちトランジスタ等の機能素子が形成されている方の表面上に銅層が形成される様子をその工程順に示している。

【0003】 詳述すると、直径 300mm 程度で厚さ 1mm 以下の薄いシリコンウエハ 10（半導体基板）の上面すなわち一主表面に通常多数の IC（半導体装置）が作り込まれるが（図 5（a）参照）、その一部についての縦断面を見ると（図 5（b）参照）、配線用の銅層を形成しようとする直前の状態では、例えば、サブストレータ 11 の表面上に形成されたシリコン酸化膜 12 は、サブストレータ 11 の表面層に形成された PN 接合その他の能動素子などへのコンタクトホール 13 及びそれに連なる配線パターン領域のところ、フォトリソグラフィ工程等によって取り除かれている。コンタクトホール 13 のところではサブストレータ 11 表面またはその他のコンタクト面まで除去され、その周りの配線領域のところでは溝底に酸化膜 12 が残るように除去されている。

【0004】 そして、このシリコンウエハ 10 に銅配線を形成するときは、その上面に対し、先ずスパッタ又は CVD によって極く薄い銅層 14 を付けておいてから

（図 5（c）参照）、ウェットメッキによって銅層 14 上に銅層 15 を成長させる（図 5（d）参照）。こうして、シリコンウエハ 10 の主表面上に銅層 15 が形成さ

れた後は、その主表面に CMP（ケミカルメカニカルポリッシング）処理を施して、配線領域以外の銅層 15 を除去するのである（図 5（e）参照）。

【0005】 このようなスパッタや CVD 等による銅付着工程およびそれに続くウェットメッキによる銅成長工程とを経て形成された銅層 15 は、その内部結晶がほぼ等方性のものとなる。また、その下のシリコン 11 や酸化膜 12 との境界部分は、共晶などはほとんど無く、境界面がハッキリしている（図 5（f）参照）。

【0006】 なお、銅層 15 のところにアルミニウム層やアルミニウム合金層を形成する場合には、CVD や PVD 等の成長法によって所望の膜厚まで導電体層を形成しておいてから、それを加熱して流動させることでコンタクトホール 13 に埋め込ませたり（特開平 2-213471 号公報や特開平 2-205678 号公報を参照）、加熱に加えて加圧も行うことでコンタクトホール 13 のところの空隙をつぶしたり（特開平 7-193063 号公報を参照）する技術も知られている。もっとも、これらは、融点の比較的低いアルミニウムを材料として先ず従来以上の膜厚を形成させることが前提となっているので、処理時間の観点から、融点がそれより高く成長速度も遅くなりがちな銅に対しては実用的でない。

【0007】 一方、堆積成長させたアルミニウムでは微細化に伴ってエレクトロマイグレーションに耐えるのが困難になってきており、特に高速に成長させるほど導電体層内部全体がポーラスになるうえ、このような微細な空隙は大きな空隙と違ってなかなか潰れない。そこで、導電体層の形成に際して、導電性材料としてアルミニウム系金属以外の銅なども用いられるとともに、その堆積成長を加速するための工程も併せて採用されるのである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 このように、従来は、半導体装置の製造に際し、スパッタ装置や CVD 装置等を用いたドライ工程だけで導電体層を形成しきれない場合には、特にアルミニウムに限らず銅等の他の導電体材料も考慮した場合には、導電体成長工程にウェットメッキ装置が用いられる。ところが、半導体装置の微細加工にウェットメッキを適用するには、メッキ液等を常に厳しく適正状態に保つ必要がある。このため、その工程の管理や作業には厳しいものがある。また、その廃液処分等も厄介である。さらに、メッキ形成された導電体は、下層物に対する付着力・被着力が弱くて界面剥離が起きやすいうえ、密になり難くて強度も低下しがちである。そこで、半導体装置に対する導電体層の形成工程からウェット工程を不要にして省くことが要請される。

【0009】 そして、このような要請に対し、ウェットメッキによらないで導電体層を形成する半導体装置の製造方法として、半導体基板の表面上に導電性薄膜を真空雰囲気中で重ねる工程と、これらを重ねたまま高圧雰

囲気に曝す工程とが含まれていることを特徴とする方法が、同一発明者によって案出された。すなわち、(能動素子等が主表面上に形成された)半導体基板の(該一主)表面上に導電性薄膜を真空雰囲気中で(配置・乗載等して)重ね(合わせ)る工程と、これらを重ね(合わせ)たままで高圧雰囲気に曝す(ことで該導電性薄膜上等から加圧して該導電性薄膜を該一主表面上に付着させる)工程とを有することを特徴とする方法が案出された。

【0010】この場合、半導体基板の表面上に導電体層を形成するに際し、先ず、真空雰囲気中で導電性薄膜が半導体基板の表面上に重ねられる。これによって、空気やガス等を挟み込むこと無く両者が合わせられる。次に、これらがその重なった状態のままで高圧雰囲気に曝される。そうすると、導電性薄膜は、加圧されて、半導体基板の表面に押しつけられ、その表面形状に適合するよう曲げられて変形する。しかも、その際、両者の間に空気やガス等がほとんど存在しないので、それらの境界面はぴったりと密着し、加圧を止めた後でも膨張ガス等による剥離が発生することは無い。さらに、基板とは別に薄膜化される導電性薄膜は、通常、圧延工程や、圧延に引っ張り伸張を加味した工程によって製造されるので、内部まで密な状態になっていて、堆積成長させたものよりも強いうえ導電性にも優れる。これにより、液体に浸すというウェットな工程を用いるまでもなく、真空雰囲気および高圧雰囲気というドライな雰囲気の中だけで半導体装置に導電体層が被着形成されることとなり、その結果、ウェットメッキによらないで良質の導電体層を形成することができる。

【0011】また、こうして導電体層が形成された半導体装置にあっては、その導電体層は、内部結晶が導電体層の下面に沿って延びた状態となる。そして、薄く或いは細長く延びた結晶物は一般に延び変形等に強いことから、そのような導電体は、半導体基板に被着させる際に加えられる曲げ力や、その後の熱変形応力、さらには高密度電流によるマイグレーションの力などにも耐え得ることとなる。

【0012】さらに、前記の重ねる工程に先だって前記半導体基板の前記(一主)表面に前記導電性薄膜の主成分物質を打ち込む工程が含まれていることを特徴とする方法も、案出された。この場合、導電性薄膜の主成分物質が打ち込まれたところに、導電体物質と既存物との共晶が形成される。そして、その上に導電体層が圧着させられる。こうして製造された半導体装置は、導電体層とその下の物質とに介在するように共晶が形成されたものとなるが、この導電体とその共晶とは、成分が近いので馴染み易い。これにより、導電体層とその下の物質との付着力が、共晶の介在によって強化されることとなり、その結果、導電体層と下層との密着性を向上させることができる。

【0013】こうして、ウェットメッキによらないで導電体層を形成する半導体装置の製造方法は、案出された。しかしながら、その方法を実施するには、既存のスパッタ装置やCVD装置では役に立たない。そこで、その製造方法を如何にして実施するかが課題となる。この発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、ウェットメッキによらないで導電体層を形成する新たな半導体製造装置を実現することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するために発明された第1乃至第4の解決手段について、その構成および作用効果を以下に説明する。

【0015】[第1の解決手段]第1の解決手段の半導体製造装置は(、出願当初の請求項1に記載の如く)、高圧雰囲気を生成する手段が真空チャンバに付設されていることを特徴とするものである。すなわち、真空雰囲気を確保する真空チャンバと、これに付設され高圧雰囲気を生成する手段とを備えたことを特徴とする半導体製造装置である。

【0016】このような第1の解決手段の半導体製造装置にあっては、真空チャンバ内に半導体基板と導電性薄膜とを導入するとともに、真空引きされた真空チャンバ内でこれらを重ねることで、半導体基板の表面上に導電性薄膜を真空雰囲気中で重ねることができる。また、真空チャンバがそのまま高圧チャンバを兼ねるので無く、真空チャンバに付設された高圧雰囲気生成手段によって真空チャンバのうち半導体基板等を囲む部分のところに高圧雰囲気を生成させることで、その半導体基板等を高圧雰囲気に曝すことができる。しかも、これらの処理が真空チャンバ内で連続して行われ、半導体基板とその表面上に重ねられた導電性薄膜とを空気・外気に曝すことが無い。

【0017】これにより、半導体基板の表面上に導電性薄膜を真空雰囲気中で重ねる工程と、これらを重ねたまま高圧雰囲気に曝す工程とが実行可能となる。しかも、高圧雰囲気生成部分が真空雰囲気生成部よりも小さいので、重ね工程に際して半導体基板等を取り扱う部材等を、高圧雰囲気に曝すこと無く、真空チャンバ内に実装することができて、装置設計等の困難が緩和される。したがって、この発明によれば、ウェットメッキによらないで導電体層を形成する新たな半導体製造装置を実現することができる。

【0018】[第2の解決手段]第2の解決手段の半導体製造装置は(、出願当初の請求項2に記載の如く)、上記の第1の解決手段の半導体製造装置であって、前記真空チャンバ内で半導体基板を保持する手段と、前記真空チャンバ内で導電性薄膜を保持する手段と、前記半導体基板と前記導電性薄膜との距離を可変する手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0019】このような第2の解決手段の半導体製造装

置にあつては、真空チャンバ内を真空にする際に半導体基板と導電性薄膜とを離して保持しておき、真空チャンバ内が真空状態になってから半導体基板と導電性薄膜とを近づけていって重ねることが可能である。これにより、半導体基板に導電性薄膜を重ねる処理を確実に真空雰囲気中で行うことができ、重ね処理を迅速に行っても両者間に空気やガス等が残らないので、導電性薄膜が一部膨らむように変形したり、滑って横ずれしたりすることが無い。したがって、この発明によれば、半導体基板に導電性薄膜を重ねる処理を迅速かつ的確に行うことができる。

【0020】〔第3の解決手段〕第3の解決手段の半導体製造装置は、(出願当初の請求項3に記載の如く)、上記の第2の解決手段の半導体製造装置であつて、前記半導体基板と前記高圧雰囲気との距離を変換する手段を(上記第2の解決手段における距離可変手段と一体的に又は別個に)備えたことを特徴とするものである。

【0021】このような第3の解決手段の半導体製造装置にあつては、半導体基板およびその表面上に重ねられた導電性薄膜を高圧雰囲気に曝す処理を行う際に、半導体基板の位置と高圧雰囲気の生成されるところとを一致させてから、高圧雰囲気が生成される。そこで、真空チャンバ全体を高圧雰囲気にさせるのではなく、半導体基板等を囲む一部分のところだけに高圧雰囲気を生成させることで、半導体基板等を高圧雰囲気に曝すことができる。

【0022】これにより、高圧雰囲気は局部的に生成するだけで済ませられるので、真空チャンバの強度や剛性を極限まで強化する必要を回避できて、簡素で小規模な機構で間に合わせることが可能となる。したがって、この発明によれば、簡便な真空チャンバを用いて所望の半導体製造装置を実現することができる。

【0023】〔第4の解決手段〕第4の解決手段の半導体製造装置は、(出願当初の請求項4に記載の如く)、上記の第2、第3の解決手段の半導体製造装置であつて、前記導電性薄膜を供給する手段が前記真空チャンバ内に設けられていることを特徴とする。

【0024】このような第4の解決手段の半導体製造装置にあつては、半導体基板に重ねるために供給される導電性薄膜は、真空チャンバ内で供給され、真空チャンバ内で重ねられる。これにより、真空チャンバ内を空気・外気に曝さない限り、導電性薄膜も空気・外気に触れないで済み、その表面の酸化等が確実に防止される。したがって、この発明によれば、半導体基板に新鮮な導電性薄膜を被着させることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】このような解決手段で達成された本発明の半導体製造装置について、これを実施するための具体的な形態を図面を引用して説明する。以下、製造方法について一連の工程と(図1参照)、製造された半

導体の構造と(図2参照)、2種類の半導体製造装置についてその構造及び動作(図3、図4参照)とを順に説明する。

【0026】

【製造方法の実施例】図1に示したこの半導体装置の製造方法が図5の従来方法と相違するのは、スパッタ等による銅層14の形成工程(図5(c)参照)に代えて銅イオンの打ち込み工程(図1(c)参照)が採用されている点と、ウェットメッキによる銅層15の形成工程

(図5(d)参照)に代えて銅箔25を被着させるための一連の乗載工程(図1(d1)参照)及び加圧工程

(図1(d2)参照)が行われる点である。なお、銅箔25は、シリコンウエハ10とは別に、圧延工程によって予め製造されている。その圧延工程では、ピアノ線の伸線工程の如く圧延に加えて引っ張り展伸も行われて、加熱を伴わないか加熱しても結晶構造を変化させない最小限に止められるので、出来上がった銅箔25は、密で強い薄膜となっている。

【0027】銅イオンの打ち込み工程は、俗にインプラと呼ばれるイオン打ち込み装置を用いて行われるが、その際のマスキングには、マスク作成の作業負担を軽減するために、コンタクトホール13やその周りの配線パターン領域に対するフォトリソグラフィ工程に使用されたマスクが共用される。そして、サブストレート11や酸化膜12の露出表面のうち配線領域に該当する溝底のところに対し、その浅い表面部分に入り込むよう、銅イオンが打ち込まれる(図1(c)参照)。その薄い銅イオン打ち込み層24は、打ち込まれた銅イオンとこれを受け入れた既存物質のシリコン等とが混じって、Si-Cu共晶となる。なお、銅イオンを打ち込むのは、これが銅箔25の主成分だからであり、銅に代えて他の導電体を形成するときには、その主成分物質が打ち込まれる。そして、このような処理は、次の乗載工程に先だつて半導体基板の主表面に導電性薄膜の主成分物質を打ち込む工程となっている。

【0028】また、乗載工程は、厚さ1 μ m程度(望ましくは0.1 μ m以下)の薄い銅箔25をシリコンウエハ10の上面すなわち主表面上に乗せる処理である(図1(d1)参照)。銅箔25は、シリコンウエハ10の主表面全体を覆うように、平らに広げた状態で、そつと乗せられる。その際、銅箔25が溝部や段差部を除いて酸化膜12の上に重なるように、後述する真空チャンバ30の中で処理される。そこで、このような処理は、半導体基板の表面上に導電性薄膜を真空雰囲気中で重ねる工程となっている。

【0029】さらに、銅箔25の載ったシリコンウエハ10には、真空チャンバ30から出されることなく引き続いて、やはり後述する加圧ユニット41を用いて900気圧程度の高圧ガスが掛けられる。このような処理は、半導体基板と導電性薄膜とを重ねたままで高圧雰

気に曝す工程となっている。そして、高圧ガスによって上面が加圧された銅箔25は、シリコンウエハ10の上面に強く押しつけられる。こうして、銅箔25は、コンタクトホール13やその周りの溝内にも延びて来て、そこに下面が密着する(図1(d2)参照)。

【0030】そして、銅箔25は、その密着境界面のところにある銅イオン打ち込み層24に圧接されて強く付着する。また、酸素を含んだ空気に触れることなく伸展した銅箔25の下面は新鮮で接触抵抗が小さいので動素子等に対する電氣的な接続状態も良好となる。さらに、圧延形成されていた銅箔25は、その伸展の際に粘り強く延びて何処も破断すること無く下層の表面形状に適合変形する。それから後は、従来同様、その主表面にCMP処理が施されて、配線領域以外の銅層25が除去される(図1(e)参照)。

【0031】

【半導体装置の実施例】こうして、導電体層25が形成された半導体装置について特にその導電体層25の結晶構造を見ると、図2(a)にその部分の詳細な断面模式図を示したが、上述したように被着された銅箔25の直下に当たる銅イオン打ち込み層24はSi-Cu共晶となっており、このような銅イオン打ち込み層24を具えたシリコンウエハ10は、導電体層とその下の物質とに介在する共晶が形成されたものとなっている。そして、その銅イオン打ち込み層24に対して銅箔25の下面がしっかりと付いている。

【0032】また、銅箔25の圧延時に面状に拮りながら薄く延びてほぼ平行な多層となっていた導電性薄膜の結晶模様25aは、その下面がサブストレート11や酸化膜12の露出面に押しつけられてその段差形状に合わせるように多少延びぎみに曲げられることから、平行状態を引き継ぐ並行状態は概ね維持しながらも、サブストレート11や酸化膜12の露出面と同一または類似の曲線模様を描くように変形する。このように変形した薄い多層状の結晶模様25aを残している導電体層25は、その下面に沿って延びた内部結晶を有するものとなっている。

【0033】なお、図2(b)に同様の断面模式図で示された結晶構造を持つ導電体層25は、コンタクトホール13のところにCMP後も残るリセスを無くすために、そのコンタクトホール13のところにメタルプラグ26を埋め込んだものである。この工程は、銅イオン打ち込み工程の前にMOCVD等によってタングステン等の金属を析出させることで行われる。この場合も、導電体層25は、その下面に沿って延びた内部結晶を有するとともに、その直下に共晶が形成されたものとなっている。

【0034】また、上述の製造工程では、銅箔25とその下層との付着力を強化するためにスパッタ等による銅層14の形成工程に代えて銅イオン24の打ち込み工程

を採用したが、その付着力が従来程度で間に合う場合には、従来通りCVD等によって銅層14を極く薄く形成しておき、その後のウェットメッキ工程だけを銅箔25の乗載工程および加圧工程にて置換するようにしても良い。

【0035】そして、このような製造工程で作られたこれらの半導体装置は、従来の製法で作られた従来のものに比べて、導電性に優れ、しかもエレクトロマイグレーションへの耐力が高いうえ、生産効率も良いといった数々の長所を兼ね備えたものとなっている。

【0036】

【半導体製造装置の第1実施例】図3(a)に縦断面構造を模式図で示した第1の装置は、上述の工程のうち乗載工程および加圧工程を行うのに好適な半導体製造装置である。これは、両工程を連続して行うために、チャンバ30(真空雰囲気確保手段)に対して、真空ポンプ33(真空雰囲気生成手段)と、昇降台34(半導体基板保持手段+距離可変手段)と、加圧ユニット41(高圧雰囲気生成手段)と、銅箔供給ユニット51(導電性薄膜供給手段)と、レーザユニット56(銅箔切断手段+銅箔焼鈍手段)とが付加されたものである。

【0037】真空チャンバ30は、アルミニウムをくり抜いた本体部に対し、その内部空間に真空雰囲気を確保するため、アルミニウム板からなる蓋部が被せてある。その側壁には、シリコンウエハ10(半導体基板)を搬入および搬出する際に真空チャンバ30の外からウエハ搬送アーム61を出し入れしうるように、開口が貫通して形成されており、そこにはその開口を開閉するゲート31が付設されている。なお、図示は割愛したが、ゲート31やウエハ搬送アーム61は真空引き可能な予備室によって囲まれていて、真空状態を破らずにシリコンウエハ10の搬入出を行えるようになっている。

【0038】真空ポンプ33は、メカニカルブースターやターボモレキュラーポンプ等が単段で或いは多段に連結して用いられ、 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ Torr ($1.33 \times 10^{-6} \sim 10^{-7}$ Pa)程度まで真空引きを行って真空チャンバ30の内部空間に真空雰囲気を生成するために、バルブ32を介して真空チャンバ30に対し吸引排気可能に接続される。なお、真空チャンバ30内を大気圧に戻したり真空ポンプ33による排気が間に合わないときのリリーフ用などのために補助バルブ37も適宜付加される。

【0039】昇降台34は、ステンレスの板材からなり、搬入されたシリコンウエハ10を乗載させて保持するために、シリコンウエハ10より一回り大きく加工形成されるとともに、その上面が平坦に仕上げられている。その下面にはペローズ35の一端が気密に溶接されるとともに、このペローズ35の他端が真空チャンバ30の内底の貫通口周辺に対して気密に溶接され、さらに、その貫通口およびペローズ35の中を挿通する支柱36によって昇降台34が支持される。この昇降台34

は上下移動しうるように支柱36を介して外部から図示しないパルスモータやボールネジ等によって駆動される。そして、その移動可能な範囲は、昇降台34の上面について見ると、ウエハ搬送アーム61の入ってくるより低いところから、後述する銅箔25の送給高さを越えて更にその上に位置するやはり後述のスリーブ42の下端より高いところまで達する。これにより、昇降台34は、半導体基板と導電性薄膜との距離を可変する手段と、半導体基板と高圧雰囲気との距離を可変する手段とが、一体化されたものとなっている。また、昇降台34には上面のシリコンウエハ10を加熱するために図示しない発熱体が埋め込まれている。

【0040】加圧ユニット41は、真空チャンバ30の蓋部に対して上から固定して取り付けられ、その蓋部を貫通して真空チャンバ30の内部空間に伸びたスリーブ42の内腔へアルゴンガスや窒素ガス等を送り込むとともにその圧力を900気圧程度にまで高めるものである（特開平9-292182号公報参照）。そのスリーブ42は、高圧に耐えるようステンレスを厚く加工して製造され、その内腔下端部分に対し、上昇してきた昇降台34の上端部分がほぼ気密に入り込むような形状に形成されている。これにより、この装置は、真空チャンバ30に付設された加圧ユニット41によって高圧雰囲気が生成されるとともに、その高圧雰囲気がスリーブ42及びこれに嵌合した昇降台34によって局所に確保されるものとなっている。

【0041】銅箔供給ユニット51は、数 μm から1 μm 以下の適宜の一定厚さで帯状に圧延された銅箔25を回転可能な軸芯に巻き取ったものであり、気密な外筒に格納され、そこには酸化防止のために窒素が充填されている。また、銅箔25の先頭部分だけは、大気圧下でのセッティングを考慮して、予め外筒から外に出されている。そして、周囲が真空状態になると、銅箔25の引き出し口が開き、その銅箔25の先頭部分を引っ張ると軸芯が回転して続々と銅箔25が送給されるような仕掛けも付いている。これにより、この装置は、導電性薄膜を外気に曝すことなく連続して供給する手段が真空チャンバ内に設けられたものとなっている。

【0042】真空チャンバ30内には、その銅箔供給ユニット51に加えて、その近傍に設けられた上下一対の銅箔送出ロール52と、これらと同じ高さでその反対側に設けられた上下一対の銅箔引込ロール53と、さらにその近傍に設けられたテンションロール54及び銅箔巻取ユニット55も存在する。そして、銅箔供給ユニット51から出た銅箔25は、先ず銅箔送出ロール52に挟まれてそれらの回転に伴って送り出され、昇降台34とスリーブ42の間を通過してから、再び銅箔引込ロール53によって挟まれてそれらの回転に伴って銅箔巻取ユニット55の方に引き込まれる。さらに、銅箔25は、弛まないようにテンションロール54によって適宜

の張力が付与されて、最後に銅箔巻取ユニット55によって巻き取られて収納される。これにより、導電性薄膜25が真空チャンバ30内で昇降台34とスリーブ42との間に保持されるようになっている。なお、銅箔供給ユニット51を交換すること無く銅箔25を種々の厚さで供給するために、銅箔送出ロール52に圧延ローラを用いて再圧延するようにするのも良い。

【0043】レーザユニット56には、レーザ光を強くして銅箔25を切断したり弱くして焼鈍のための加熱を行ったりしうるように、その出力パワーや絞り具合を調節可能なものが用いられる。また、昇降台34の直ぐ上のところに来ている銅箔25に対して、昇降台34上のシリコンウエハ10の上面全域およびその周辺域に亘って走査しうるように、真空チャンバ30の蓋部内面に対しスリーブ42の直ぐ脇のところで取り付けられる。

【0044】このような構成の半導体製造装置について、その使用態様及び動作を、図面を引用して説明する。図1(b)～同図(e)は、その要部の動作状態を示す縦断面模式図であり、同図(f)は、導電性薄膜の供給状態・使用状態を上から見た図である。なお、以下の動作手順は適宜なコントローラの制御に従って各ユニットや機構部が稼動することで行われる。

【0045】下方に下がっている昇降台34上にシリコンウエハ10がウエハ搬送アーム61によって搬入されると、真空ポンプ33によって真空チャンバ30内が高真空にされ、その真空雰囲気の中で昇降台34が上昇する（図3(b)参照）。なお、シリコンウエハ10上面の縁部にはポリイミド系接着剤27が予め塗られている。そして、そのポリイミド系接着剤27が銅箔25の下面に微かに接触したところで、一旦、昇降台34が停止し、そこで、シリコンウエハ10又は昇降台34上面とほぼ同じ大きさの円形に、その上のところの銅箔25が、レーザユニット56によって切り抜かれる（図3(c)参照）。こうして、導電性薄膜25が真空雰囲気中で半導体基板10の表面上に重ねられる。

【0046】それから、昇降台34は再び上昇し、切り抜かれた銅箔25やシリコンウエハ10を乗せたまま昇降台34の上面および上端部分がスリーブ42の下端部内腔に填入込む（図3(d)参照）。そして、その状態で、スリーブ42の内腔が加圧ユニット41によって900気圧程度に加圧されるとともに、昇降台34に組み込みの発熱体によってシリコンウエハ10が約250 $^{\circ}\text{C}$ に加熱される。こうして、シリコンウエハ10と銅箔25とを重ねたまま、これらが高圧雰囲気に曝される。

【0047】その後、スリーブ42内腔の圧力が下がってから、シリコンウエハ10を乗せたまま昇降台34は、下がって、ロール52, 53間に張られた銅箔25の高さまで戻る。そして、そこで、シリコンウエハ10に圧着された銅箔25に対してレーザユニット56によ

ってレーザー光が照射される。この照射は低照度で高速に走査しながら行われる。こうして、下層に影響を与えないように銅箔25の焼鈍処理が局所ごと瞬時に行われて、銅箔25の応力緩和と密着性の更なる向上も達成される。

【0048】最後に、昇降台34が再度下がって最初の高さまで戻ると、その上のシリコンウエハ10がウエハ搬送アーム61によって搬出されるとともに、ロール52、53間に張られた帯状の銅箔25が銅箔送出ロール52側から銅箔引込ロール53側へ所定長さだけ送られて、昇降台34の上には未だ切断されていない新たな銅箔25が到来する。こうして、一枚のシリコンウエハ10に対する乗載工程および加圧工程が真空チャンバ30内で連続して行われるとともに、次のシリコンウエハ10を迎える準備も調う。

【0049】なお、この例では、シリコンウエハ10上の銅箔25が滑るのを防止するとともに、加圧の際に高圧ガスがシリコンウエハ10と銅箔25との間に入り込もうとするのを抑制するために、シリコンウエハ10にポリイミド系接着剤27を塗っておいたが、その代わりに、無機質のガスケットを用いても良い。この場合、500～600℃まで加熱することが可能となる。

【0050】

【半導体製造装置の第2実施例】図4(a)に縦断面構造を模式図で示した第2の装置も、第1の装置と構成は異なるが、やはり上述の工程のうち乗載および加圧を行うのに好適な半導体製造装置である。これが上述の第1実施例のものと相違するのは、銅箔供給ユニット等51～55及びレーザーユニット56に代えて銅箔支承アーム71が真空チャンバ30内に設けられている点である。また、真空チャンバ30の外では、ウエハ搬送アーム61に加えて、その上方に銅箔搬送アーム62も設けられている。

【0051】この装置に用いられる銅箔25は、予め円板状に周囲を切り落とされて、個別に環状のプラスチック枠28に詰め込まれている(図4(b)参照)。そして、銅箔支承アーム71は、このような銅箔25のプラスチック枠28を先端で支承することで導電性薄膜を昇降台34とスリーブ42との間に保持するように、後端が真空チャンバ30の側壁内面に取り付けられる。保持状態が安定するように銅箔支承アーム71は高さの揃った3本が設けられている。

【0052】このような構成の半導体製造装置について、その使用態様及び動作を、図面を引用して説明する。図2(b)～同図(f)は、その要部の動作状態を示す縦断面模式図である。

【0053】まず、下方に下がっている昇降台34上にシリコンウエハ10がウエハ搬送アーム61によって搬入されるとともに、銅箔搬送アーム62により銅箔25が搬入されて、その銅箔25のプラスチック枠28が

銅箔支承アーム71の先端によって支承される。さらに、真空ポンプ33によって真空チャンバ30内が高真空にされ、その真空雰囲気の中で昇降台34が上昇する(図4(b)参照)。そして、銅箔支承アーム71のところまで昇降台34が上昇するとプラスチック枠28は銅箔支承アーム71から昇降台34の上に移ることとなる(図(c)参照)。こうして、導電性薄膜25が真空雰囲気中で半導体基板10の表面上に重ねられる。

【0054】それから、昇降台34は、さらに上昇を続け、銅箔25を取り巻くプラスチック枠28の先端がスリーブ42の下端部内腔に入り込んだところで止まる(図4(d)参照)。そして、その状態で、スリーブ42の内腔が加圧ユニット41によって少しだけ予備的に加圧される。この予圧は、プラスチック枠28が押し広げられてスリーブ42の内面に軽く密着する程度に行われる(図4(e)参照)。こうして、銅箔25が広げられて仮に皺等が存在していたとしても確実に平らになる。また、銅箔25とシリコンウエハ10との隙間の周りも気密性が強化される。

【0055】その後、その予圧を維持したままで、再び昇降台34が上昇し、銅箔25やシリコンウエハ10を乗せたままで昇降台34の上面および上端部分がスリーブ42の下端部内腔に埋り込む(図4(f)参照)。そして、その状態で、スリーブ42の内腔が加圧ユニット41によって900気圧程度に本格的に加圧されるとともに、昇降台34に組み込みの発熱体によってシリコンウエハ10が適度な温度に加熱される。こうして、シリコンウエハ10と銅箔25とを重ねたままで、これらが高圧雰囲気に曝される。

【0056】最後に、スリーブ42内腔の圧力が下がってから、シリコンウエハ10を乗せたままで昇降台34は最初の高さまで下がり、そして、その上のシリコンウエハ10がウエハ搬送アーム61によって搬出される。こうして、一枚のシリコンウエハ10に対する乗載工程および加圧工程が真空チャンバ30内で連続して行われるとともに、次のシリコンウエハ10及び銅箔25を迎える準備も調う。

【0057】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明の第1の解決手段の半導体製造装置にあっては、真空雰囲気に加えて高圧雰囲気も真空チャンバ内に生成しうるようにしたことにより、半導体基板の表面上に導電性薄膜を真空雰囲気中で重ねるとともに、これらを重ねたままで高圧雰囲気に曝すことが実行可能となり、その結果、ウェットメッキによらないで導電性層を形成する新たな半導体製造装置を実現することができたという有効な効果が有る。

【0058】また、本発明の第2の解決手段の半導体製造装置にあっては、半導体基板に導電性薄膜を重ねる処理を確実に真空雰囲気中で行えるようにしたことによ

り、その処理を迅速かつ的確に行うことができるようになったという有利な効果を奏する。

【0059】さらに、本発明の第3の解決手段の半導体製造装置にあつては、高圧雰囲気は局所的に生成するだけで済ませられるようにしたことにより、簡便な真空チャンバを用いて所望の半導体製造装置を実現することができたという有利な効果が有る。

【0060】また、本発明の第4の解決手段の半導体製造装置にあつては、導電性薄膜が空気に触れないで済むようにしたことにより、半導体基板に新鮮な導電性薄膜を被着させることができるようになったという有利な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の半導体製造装置を使用した工程の例である。

【図2】 その工程で製造された半導体装置について、特徴部分の断面模式図である。

【図3】 本発明の半導体製造装置の第1実施例について、その縦断面模式図および動作説明図である。

【図4】 本発明の半導体製造装置の第2実施例について、その縦断面模式図および動作説明図である。

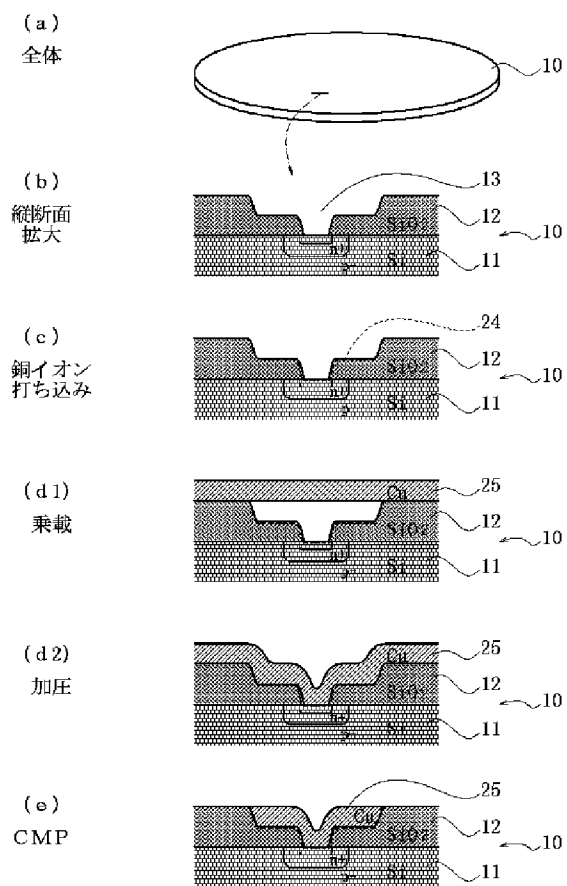
【図5】 従来の半導体製造工程の例である。

【符号の説明】

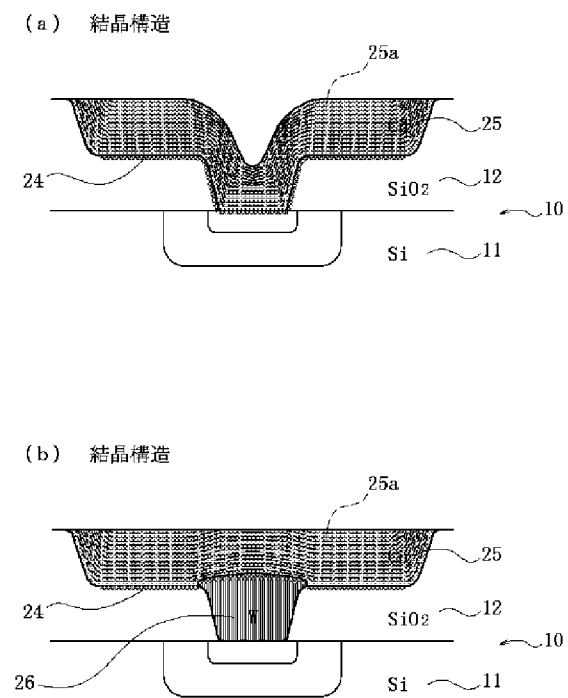
10 シリコンウエハ（半導体基板、半導体装置）
11 サブストレート（基礎部）
12 酸化膜（絶縁層、積層部、導電体層の下層物）
13 コンタクトホール（能動素子上の配線箇所、導電体層形成箇所）
14 銅層（導電体付着層）
15 銅層（導電体成長層）
24 銅イオン打ち込み層（導電体の主成分物質の打込層、下層共晶部）

25 銅箔（導電性薄膜、導電体層）
25a 結晶模様（結晶分布、結晶延伸構造）
26 メタルプラグ（ホール埋込材、段差緩和部）
27 ポリイミド系接着剤（無機質ガスケット、気密部材、封止材）
28 プラスチック枠（銅箔張持部材、気密部材、封止材）
30 真空チャンバ（密封手段、真空雰囲気確保手段）
31 ゲート（搬入搬出口密封手段、真空雰囲気確保手段）
32 バルブ
33 真空ポンプ（排気手段、真空雰囲気生成手段）
34 昇降台（基板乗載台、保持台、距離可変部、高圧雰囲気確保手段）
35 ベローズ
36 支柱（距離可変手段）
37 補助バルブ
41 加圧ユニット（高圧雰囲気生成手段）
42 スリーブ（高圧雰囲気確保手段）
51 銅箔供給ユニット（導電性薄膜送給手段、導電性薄膜供給手段）
52 銅箔送出ロール（導電性薄膜圧延手段）
53 銅箔引込ロール
54 テンションロール
55 銅箔巻取ユニット（導電性薄膜収納手段）
56 レーザユニット（銅箔切断手段、銅箔焼鈍手段）
61 ウエハ搬送アーム（半導体基板搬入搬出手段）
62 銅箔搬送アーム（導電性薄膜搬入搬出手段）
71 銅箔支承アーム（導電性薄膜の真空内保持手段）

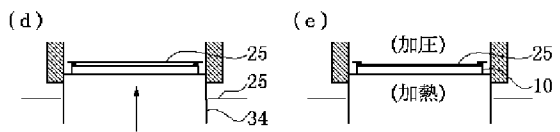
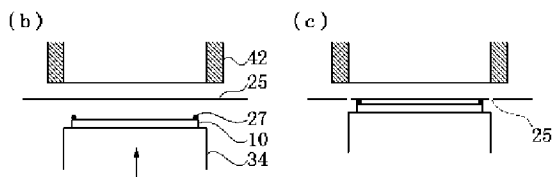
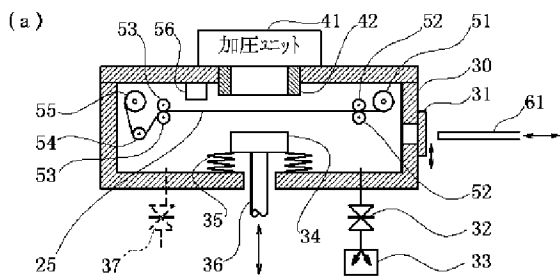
【図 1】



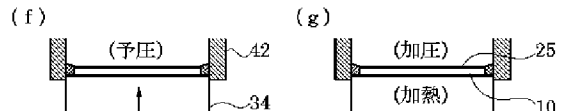
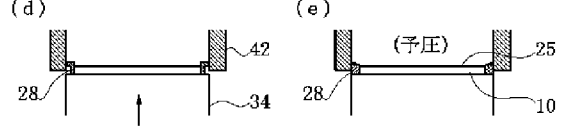
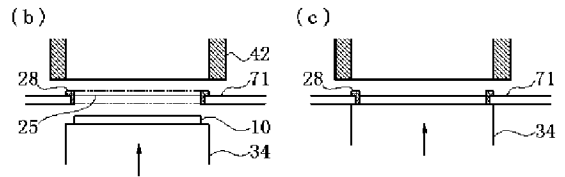
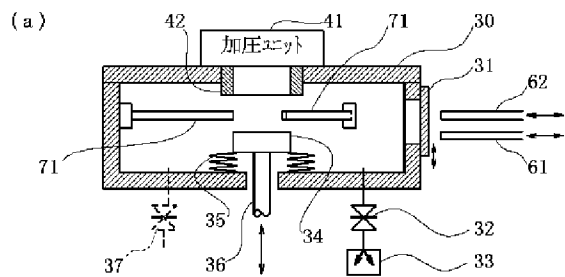
【図 2】



【图 3】



【图 4】



【図5】

